

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)¹, Mödling, Österreich, Veterinärmedizinische Universität Wien², Österreich

Serologischer Nachweis von *Coxiella burnetii*-, *Chlamydia abortus*-, *Toxoplasma gondii*- und *Leptospira* spp.-Antikörpern bei Neuweltkameliden in Österreich

R. Steinparzer^{1*}, M. Knjzek², I. Zimpernik¹ und F. Schmoll^{1a}

ORCID: a) 0000-0002-1887-9880

Eingelangt am 28. Oktober 2021

Angenommen am 25. Februar 2022

Veröffentlicht am 30. April 2022

Schlüsselwörter: Lama, Alpaka, Infektionskrankheiten, Zoonosen, ELISA, Mikroagglutinationstest.

Keywords: lama, alpaca, infectious disease, zoonosis, ELISA, microscopic-agglutination-test.

Zusammenfassung

Neuweltkameliden gelten als empfänglich für die Infektionserreger *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus*, *Toxoplasma gondii* und *Leptospira* spp., welche insbesondere als Aborterreger mit zoonotischem Potential bekannt sind. In der durchgeführten Studie wurden Seren aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 von Neuweltkameliden aus Österreich auf das Vorhandensein von Antikörpern gegen *Coxiella burnetii* und *Chlamydia abortus* (619 Seren von 536 Tieren) sowie gegen *Toxoplasma gondii* und *Leptospira* spp. (711 Seren von 628 Tieren) untersucht, um einen Hinweis darauf zu erhalten, ob die genannten Infektionserreger in der österreichischen Neuweltkameliden-Population präsent sind. Von 41 Tieren lagen zwei Proben und von 21 Tieren drei Proben von unterschiedlichen Zeitpunkten der Probennahme vor. Für den Nachweis von Antikörpern gegen *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus* und *Toxoplasma gondii* wurden ELISA-Testsysteme (ID Screen® Q Fever Indirect Multispecies, ID Screen® Chlamydophila abortus Indirect Multispecies und ID Screen® Toxoplasmosis Indirect Multispecies, IDVet, Frankreich) und für den *Leptospira* spp.-Antikörper-Nachweis ein Mikroagglutinationstest herangezogen. Folgende Antikörper-Ergebnisse (positiv/fraglich/negativ) wurden festgestellt: *Coxiella burnetii* (1/1/617), *Chlamydia abortus* (0/1/618), *Toxoplasma gondii* (276/12/423) und *Leptospira* spp. (51/-/524; 136 Seren waren nicht auswertbar). Zu einem späteren Probennahme-Zeitpunkt war das *Coxiella*

Summary

Serological detection of antibodies to *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus*, *Toxoplasma gondii* and *Leptospira* spp. in New World camelids from Austria

Introduction

New World camelids are susceptible to the infectious agents *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus*, *Toxoplasma gondii* and *Leptospira* spp., which cause reproductive disorders and pose a risk of human infection (zoonosis). We have investigated the presence of these infectious agents in New World camelids from Austria.

Materials and Methods

We tested blood sera taken from Austrian New World camelids in the years 2018, 2019 and 2020 for the presence of antibodies to *Coxiella burnetii* (619 sera from 536 animals), *Chlamydia abortus* (619 sera from 536 animals), *Toxoplasma gondii* (711 sera from 628 animals) and *Leptospira* spp. (711 sera from 628 animals). Two samples from 41 animals and three samples from 21 animals taken on different dates were available. We used ELISA to detect antibodies to *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus* and *Toxoplasma gondii* (ID Screen® Q Fever Indirect Multispecies, ID Screen® Chlamydophila abortus Indirect Multispecies and ID Screen® Toxoplasmosis Indirect Multispecies, IDVet, France) and a microscopic agglutination test for

*E-Mail: romana.steinparzer@ages.at

burnetii-Antikörper-positive Tier negativ, 18 *Toxoplasma gondii*-Antikörper-negative Tiere positiv, zwei Leptospiren-Antikörper-negative Tiere positiv und vier Leptospiren-Antikörper-positive Tiere negativ oder reagierten mit einem niedrigeren Antikörper-Titer. Die Ergebnisse zeigen, dass Antikörper gegen *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus*, *Toxoplasma gondii* und *Leptospira* spp. bei Neuweltkameliden in Österreich in unterschiedlichem Ausmaß vorhanden sind. Die Ergebnisse geben Anlass dazu, die genannten Erreger als Differentialdiagnosen in Betracht zu ziehen und dadurch die Gesundheit von Mensch und Tier zu schützen.

Abkürzungen: MAT = Mikroagglutinationstest; MOMP = Major outer-membrane protein; OD = Optische Dichte; POMP = Polymorphic outer-membrane protein

■ Einleitung

Neuweltkameliden, dazu zählen Lamas (*Lama glama*) und Alpakas (*Vicugna pacos*), haben sich in den vergangenen Jahren zu beliebten Zucht- und Hobbytieren (Bauerstatter et al. 2018) in Mitteleuropa, darunter auch Österreich, entwickelt. Im Jahr 2018 wurden 5.649 Neuweltkameliden in 857 österreichischen Betrieben gehalten (BMASGK und AGES 2019). Es ist anzunehmen, dass die tatsächliche Anzahl der gehaltenen Neuweltkameliden höher ist, da in Österreich die Haltung von Neuweltkameliden gemeldet wird, jedoch keine Registrierung von Einzeltieren erfolgen muss. Die vermehrte Haltung dieser Tiere erfordert von den betreuenden Tierärzten spezielle Kenntnisse über Erkrankungen bei diesen Tierarten und die erforderliche Diagnostik, Therapie und Prophylaxe. Reproduktionsstörungen wie Aborte zählen zu den bei Neuweltkameliden bekannten Krankheitsbildern, wobei sowohl infektiöse als auch nicht infektiöse Ursachen vorliegen können (Zanolari et al. 2018). In einer Umfrage unter Haltern von Neuweltkameliden gaben 42 der 135 befragten Betriebe im deutschsprachigen Raum an, Fehl- oder Totgeburten bei ihren Tieren verzeichnet zu haben (Kriegl et al. 2005). Infektiöse Aborterreger, für die Neuweltkameliden als empfänglich gelten, sind unter anderen *Coxiella (C.) burnetii*, *Chlamydia (C.) abortus*, *Toxoplasma (T.) gondii* und *Leptospira* spp. (Tibary et al. 2006). Ein bedeutendes Charakteristikum der genannten Infektionserreger ist deren zoonotisches Potential, d.h. der Mensch kann über das Tier infiziert werden und klinisch erkranken.

antibodies against *Leptospira* spp. (serovars Australis, Canicola, Copenhageni, Grippothyposa, Hardjo, Pomona, Saxkoebing and Sejroe). A sample was considered positive for *Leptospira* antibodies if it tested positive in at least one serovar (titer $\geq 1:100$).

Results

We found the following results (positive/questionable/negative): *Coxiella burnetii* (1/1/617), *Clamydia abortus* (0/1/618), *Toxoplasma gondii* (276/12/423) and *Leptospira* spp. (51/-/524). In subsequent samples, the first *Coxiella burnetii* antibody-positive animal was negative, while 18 *Toxoplasma gondii* antibody-negative animals were positive, two *Leptospira* antibody-negative animals were positive and four *Leptospira* antibody-positive animals were negative or showed a decreased antibody titre.

Conclusion

New World camelids from Austria have varying levels of antibodies against *Coxiella burnetii*, *Chlamydia abortus*, *Toxoplasma gondii* and *Leptospira* spp. The pathogens should thus be considered as a differential diagnosis to protect the health of animals and humans.

Infektionsquellen stellen der direkte Kontakt zu den Tieren, der Konsum von unzureichend erhitzten und von infizierten Tieren stammenden Lebensmitteln sowie Abortmaterialien (aborted Feten, Plazenta, Lochien), welche hohe Erregermengen enthalten können, dar.

C. burnetii, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. sind vor allem bei Hauswiederkäuern wie Rindern, Schafen und Ziegen in zahlreichen Ländern verbreitet und zählen zu den relevanten Differentialdiagnosen beim Auftreten von Reproduktionsstörungen (Givens & Marley 2008). In der Schweiz wurde eine Seroprävalenz bei Rindern von 15,9 % für *C. burnetii*, 38,5 % für *C. abortus* und 21,4 % für *Leptospira* spp. beschrieben (Vidal et al. 2017). Aus Bosnien und Herzegowina liegen Seroprävalenzen bei Rindern von 8,8 % für *C. burnetii* und 52,1 % für *C. abortus* vor (Softic et al. 2018). Eine Prävalenz von *C. burnetii*-Antikörpern von 25,4 % (Szymańska-Czerwińska et al. 2019) und von *T. gondii*-Antikörpern von 13,0 % (Sroka et al. 2020) wurde bei Rindern aus Polen berichtet. Eine *T. gondii*-Seroprävalenz von 17,4 % wurde bei Rindern in Frankreich (Blaga et al. 2019) und von 46,5 % bzw. 38,3 % bei Schafen und Ziegen in Spanien (Jiménez-Martín et al. 2020) nachgewiesen. In Österreich konnte *C. burnetii* bei Feten von Rindern nachgewiesen werden (Sodoma et al. 2019). Im österreichischen Bundesland Vorarlberg wurde eine Seroprävalenz von 9,7 % für *C. abortus* bei Schafen (Blumer et al. 2012) und im Bundesland Steiermark von 1,5 % für *C. burnetii* bei Schafen und Ziegen festgestellt (Wagner et al. 2005). Die Verbreitung von *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii*

und *Leptospira* spp. bei Neuweltkameliden ist wenig beschrieben, jedoch mehrten sich die Fallberichte und Studien zum Nachweis von Aborterregern in den vergangenen Jahren. Rüfli et al. (2021) konnten den Erreger *C. burnetii* bei vier Neuweltkameliden in der Schweiz und Tomaiuolo et al. (2020) bei zwei Alpakas in Belgien nachweisen. Halsby et al. (2017) beschrieben den Nachweis von pathogenen *Leptospira* spp. bei einem abortierten Alpaka in Großbritannien und Dubey et al. (2014) gelang der Nachweis von *T. gondii* bei einem totgeborenen Alpaka. Die Bewertung global durchgeführter Studien ergab, dass die Seroprävalenz für *T. gondii* bei Kameliden am höchsten in Europa (49,6 %), gefolgt von Afrika (37,6 %), Amerika (21,8 %) und Asien (17,6 %) ist (Maspi et al. 2021). In der Schweiz wurde eine Seropositivität gegen *T. gondii* von 83,2 % bei Lamas und Alpakas nachgewiesen (Basso et al. 2020). Nach derzeitigem Wissensstand kommen *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. außer bei Hauswiederkäuern auch bei Neuweltkameliden vor, jedoch ist das Ausmaß der Verbreitung und deren Rolle als ursächliches Agens für Reproduktionsstörungen bei Neuweltkameliden weitgehend ungeklärt. Für Österreich liegen derzeit keine veröffentlichten Daten zum Vorkommen von *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. bei Neuweltkameliden vor.

Ziel unserer Studie war es zu erheben, inwieweit Neuweltkameliden in Österreich Antikörper gegen *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. aufweisen und somit Kontakt mit den Erregern hatten. Daraus schlussfolgernd können ein Einblick in die Verbreitung der genannten Erreger bei Neuweltkameliden in Österreich und eine bessere Einschätzung über deren potentielle Ursache als Krankheitsauslöser gegeben werden.

■ Material und Methoden

Es wurden Blutseren (Restproben) von Neuweltkameliden aus der Routinediagnostik des Institutes für Veterinärmedizinische Untersuchungen in Mödling (AGES) der Jahre 2018 bis 2020 für die Untersuchungen herangezogen. Für die Untersuchung auf Antikörper gegen *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und Leptospiren-Serovare standen Seren von 474 einmal, 41 zweimal und 21 dreimal zu unterschiedlichen Zeitpunkten beprobten Tieren zur Verfügung. Zusätzlich konnten noch 92 Seren von einmal beprobten Tieren auf Antikörper gegen *T. gondii* und Leptospiren-Serovare untersucht werden.

Die Seren wurden auf das Vorhandensein von Antikörpern gegen *C. burnetii*, *C. abortus* und *T. gondii* mittels indirekten Multispezies Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISA; ID Screen® Q Fever Indirect Multispecies, ID Screen® Chlamydomphila abortus Indirect Multispecies und ID Screen® Toxoplasmosis

Indirect Multispecies, ID Vet, Frankreich) entsprechend den Herstellerangaben getestet. Der *C. burnetii*-ELISA war sowohl mit Phase 1 (chronische Infektion) als auch mit Phase 2 Antigen (akute Infektion) und der *C. abortus*-ELISA mit synthetischen MOMP (major outer-membrane protein) Peptiden beschichtet. Die Ergebnisse wurden entsprechend folgender Formel berechnet: Verhältnis Probe zu Positivkontrolle in Prozent (P/PK %) = $\frac{[\text{OD (Optische Dichte) der Probe} - \text{OD der Negativkontrolle}]}{[\text{OD der Positivkontrolle} - \text{OD der Negativkontrolle}]} \times 100$. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte nach folgenden Grenzwerten: *C. burnetii* ($\leq 40\%$ = negativ, $> 40\%$ und $\leq 50\%$ = fraglich, $> 50\%$ = positiv), *C. abortus* ($\leq 50\%$ = negativ, $> 50\%$ und $< 60\%$ = fraglich, $\geq 60\%$ = positiv) und *T. gondii* ($\leq 40\%$ = negativ, $> 40\%$ und $\leq 50\%$ = fraglich, $> 50\%$ = positiv). Mit einem Mikroagglutinationstest (Goris & Hartskeerl 2014) wurden Antikörper gegen die Leptospiren-Serovare Australis, Canicola, Copenhageni, Grippotyphosa, Hardjo, Pomona, Saxkoebing und Sejroe nachgewiesen. Zur Spezies *Leptospira interrogans* zählen die Serovare Australis, Canicola, Copenhageni und Pomona, zur Spezies *Leptospira kirschneri* das Serovar Grippotyphosa und zur Spezies *Leptospira borgpetersenii* die Serovare Hardjo, Saxkoebing und Sejroe. Ein Titer von 1:100 in einem Serovar wurde als Leptospiren-positiv gewertet (World Organisation for Animal Health 2021). Seren galten im MAT als nicht auswertbar, wenn eine Agglutination oder eine fehlende Agglutination nicht eindeutig feststellbar war. Zu den möglichen Ursachen zählten unter anderem ein getrübbtes Serum oder ein Bewegungsverlust der Leptospiren.

Auf Antikörper gegen die genannten Erreger wurden 199 Proben aus dem Jahr 2018, 201 Proben aus dem Jahr 2019 und 219 Proben aus dem Jahr 2020 getestet. Auf das Vorhandensein von *T. gondii*- und Leptospiren-Antikörpern wurden zusätzlich 92 Proben untersucht. Davon stammten 48 Proben aus dem Jahr 2018, 20 Proben aus dem Jahr 2019 und 24 Proben aus dem Jahr 2020.

Die statistische Auswertung der Daten (absolute und relative Häufigkeiten und Lageparameter der Probenergebnisse) erfolgte mit Microsoft Excel 2016.

■ Ergebnisse

Alle Proben wurden *C. burnetii*- und *C. abortus*-Antikörper-negativ getestet, mit Ausnahme von jeweils einer *C. burnetii*- und einer *C. abortus*-Antikörper-fraglichen Probe aus dem Jahr 2018 und einer *C. burnetii*-Antikörper-positiven Probe aus dem Jahr 2019, wobei eine weitere Probe desselben Tieres aus dem Jahr 2020 negativ getestet wurde. *T. gondii*-Antikörper-positiv wurden 39 % und fraglich 2 % der Proben getestet (siehe Tab. 1). In den einzelnen Jahren (2018, 2019 und 2020) war eine unterschiedliche Anzahl bzw.

Tab. 1: Ergebnisse der Untersuchung der Serumproben auf Antikörper gegen *C. burnetii**, *C. abortus**- und *T. gondii*-Antikörper und der Untersuchung auf Leptospiren (566 bzw. 474* einmal, 41 zweimal und 21 dreimal beprobten Tiere). / Results of testing sera for antibodies to *C. burnetii**, *C. abortus**- and *T. gondii* and for *Leptospira*-serovars (566 or 474* animals sampled once; 41 animals sampled twice and 21 animals sampled three times).

	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Chlamydia abortus</i>	<i>Toxoplasma gondii</i>	<i>Leptospira</i>
positiv	1	0	276	51 ^a
fraglich	1	1	12	-
negativ	617	618	423	524 ^b
gesamt	619	619	711	575 (136 nicht auswertbar)

a = positive Reaktion bei mind. einem Serovar; b = positive Reaktion bei keinem Serovar / a = positive reaction for at least one of the serovars tested; b = no positive reaction for any of the serovars tested

ein unterschiedlicher Anteil (%) der Proben *T. gondii*-Antikörper-positiv bzw. -fraglich (siehe Tab. 2).

Von den insgesamt 62 mehrfach zu unterschiedlichen Zeitpunkten beprobten Tieren zeigten 42 Tiere dasselbe *T. gondii*-Antikörper-Ergebnis in jeder getesteten Probe, wovon 29 negativ und 13 positiv waren. Von den übrigen 20 Tieren waren 18 Tiere zuerst negativ und anschließend positiv. Ein Tier war in der ersten Probe fraglich und in einer weiteren Probe positiv, und ein Tier war zuerst fraglich und in einer darauffolgenden Probe negativ.

Die Ergebnisse (P/PK %) und die dazugehörigen Medianwerte und Maximalwerte des *C. burnetii*-, *C. abortus*- und *T. gondii*-ELISAs sind in Abbildung 1 dargestellt.

Antikörper-positiv gegen mindestens ein Leptospiren-Serovar waren 7 % der Proben. Ein nicht auswertbares Testergebnis lag bei 19 % der Proben vor (siehe Tab. 1). Die meisten Proben waren in Serovar Australis positiv, gefolgt von den Serovaren Grippotyphosa und Copenhageni. Zwei Proben reagierten in drei verschiedenen Serovaren positiv (Australis, Saxkoebing und Grippotyphosa bzw. Australis, Pomona und Grippotyphosa) und zehn Proben in zwei Serovaren (sechs Proben: Australis und Copenhageni, zwei Proben: Copenhageni und Grippotyphosa, eine Probe: Australis und Grippotyphosa, eine Probe: Australis und Grippotyphosa). Der höchste positive Antikörper-Titer wurde in einer Probe gegen das Serovar Australis erreicht und lag bei 1:6400. Die höchste Anzahl an positiven Leptospiren-Titern lag bei Werten zwischen 1:100 und 1:400 (siehe Tab. 3).

Dasselbe Leptospiren-Antikörper-Ergebnis zeigten 54 der 62 mehrfach beprobten Tiere, wovon alle Proben entweder negativ oder nicht auswertbar waren. Zwei Tiere waren im Jahr 2018 und 2019 Leptospiren-Antikörper-negativ und wiesen im Jahr 2020 ein positives Ergebnis auf. Eine dieser Proben zeigte 2020 einen Grippotyphosa-Antikörper-Titer

Tab. 2: Anzahl bzw. Anteil (%) der *T. gondii*-Antikörper-positiv, -fraglich und -negativ getesteten Proben von Neuweltkameliden aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 (711 Proben von 566 einmal, 41 zweimal und 21 dreimal beprobten Tieren) / Number and proportion (%) of *T. gondii*-antibody-positive, questionable and -negative samples from New World camelids in 2018, 2019 and 2020 (711 samples from 566 animals sampled once; 41 animals sampled twice and 21 animals sampled three times)

	2018	2019	2020
positiv	106 (43 %)	76 (34 %)	94 (39 %)
fraglich	8 (3 %)	1 (1 %)	3 (1 %)
negativ	133 (54 %)	144 (65 %)	146 (60 %)
gesamt	247	221	243

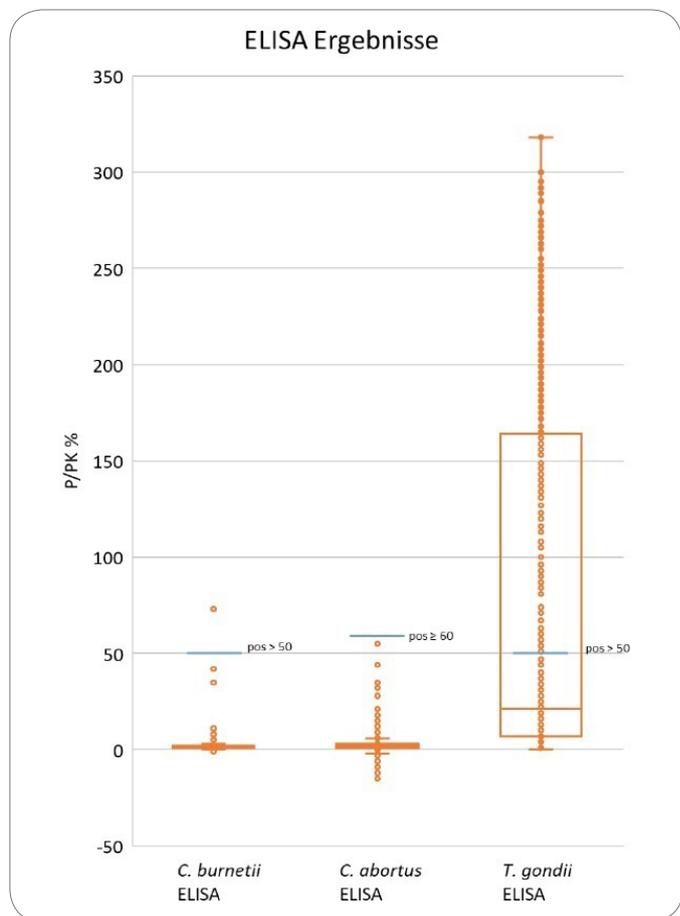


Abb. 1: Ergebnisse (Verhältnis Probe zu Positivkontrolle in Prozent (%); P/PK %) der durchgeführten ELISAs zum Nachweis von *C. burnetii*-, *C. abortus*- und *T. gondii*-Antikörpern bei Neuweltkameliden in einer Box-Whisker-Plot Darstellung (Probenanzahl gesamt (n), Medianwert (%) und Maximalwert (%): *C. burnetii*-ELISA: n=619; 2 % und 73 %, *C. abortus*-ELISA: n=619; 2 % und 55 %, *T. gondii*-ELISA: n=711; 21 % und 318 %) / Results (ratio of sample to positive control in percent (%); P/PK%) of the ELISA-tests for the detection of *C. burnetii*-, *C. abortus*- and *T. gondii*-antibodies in New World camelids in a box whisker plot diagram (total number of samples (n), median value (%) and maximum value (%): *C. burnetii*-ELISA: n=619; 2 % and 73 %, *C. abortus*-ELISA: n=619; 2 % and 55 %, *T. gondii*-ELISA: n=711; 21 % and 318 %)

Tab. 3: Anzahl der Proben von Neuweltkameliden mit einem positiven Antikörper-Ergebnis (positiv ab einem Titer von 1:100) gegen die getesteten Leptospiren-Serovare (711 Proben von 566 einmal, 41 zweimal und 21 dreimal beprobten Tieren) / Number of samples from New World camelids with a positive antibody-result (positive titer from 1:100) against the tested *Leptospira*-serovars (711 samples from 566 animals sampled once, 41 animals sampled twice and 21 animals sampled three times)

	Australis	Canicola	Copenhageneri	Grippotyphosa	Hardjo	Pomona	Saxkoebing	Sejroe
Titer 1:100	5	0	9	4	0	3	0	0
Titer 1:200	4	0	9	5	0	0	2	0
Titer 1:400	8	0	0	7	0	0	0	0
Titer 1:800	0	0	0	0	0	0	0	0
Titer 1:1600	4	0	0	1	0	0	0	0
Titer 1:3200	3	0	0	0	0	0	0	0
Titer 1:6400	1	0	0	0	0	0	0	0
gesamt	25	0	18	17	0	3	2	0

von 1:200 und die andere Probe einen Australis-Antikörper-Titer von 1:1600 und einen Copenhageneri-Titer von 1:100. Ein Tier war im Jahr 2018 Grippotyphosa-Antikörper-positiv (Titer 1:400) und in den beiden folgenden Jahren negativ. Ein Tier wurde zweimal im Jahr 2018 und einmal im Jahr 2019 getestet mit Leptospiren-Antikörper-positiven Ergebnissen (2018: Australis 1:1600 und Copenhageneri 1:200, 2018: Australis 1:400, 2019: Australis 1:400) und ein weiteres Tier wurde jeweils 2018 und 2019 positiv getestet (2018: Australis 1:1600 und Copenhageneri 1:200, 2019: Australis 1:400). Ein Neuweltkamel wurde in allen drei Jahren 2018, 2019 und 2020 positiv getestet (2018: Australis 1:1600, 2019: Australis 1:200, 2020: Australis 1:200). Bei zwei Tieren lag ein nicht auswertbares Ergebnis 2018 und ein positives Copenhageneri-Antikörper-Ergebnis (Titer 1:200 bzw. 1:100) 2020 vor.

■ Diskussion

In der durchgeführten Studie konnte gezeigt werden, dass der Nachweis von *C. burnetii*- und *C. abortus*-Antikörpern bei Neuweltkameliden in Österreich eine untergeordnete Rolle spielt im Vergleich zum Nachweis von *T. gondii*- und *Leptospira* spp.-Antikörpern. Als *C. burnetii*-Antikörper-positiv wurde nur eine Probe getestet. Im Vergleich dazu lag der Anteil der *C. burnetii*-Antikörper-positiv getesteten Rinder in der AGES im Jahr 2018 bei mehr als 12 % (Steinparzer 2020). Die Ergebnisse basieren nicht auf repräsentativen Stichproben zur Erhebung der Seroprävalenz bei Neuweltkameliden und Rindern in Österreich, jedoch geben sie einen Hinweis darauf, dass *C. burnetii*-Antikörper bei Rindern häufiger nachweisbar sind als bei Neuweltkameliden. Mehrere Gründe könnten dafür in Frage kommen. Möglicherweise ist die Verbreitung von *C. burnetii* bei Neuweltkameliden in Österreich wenig präsent, und die Tiere haben

beschränkten Kontakt zu anderen Tieren, durch welche es zu einer Übertragung des Erregers kommen könnte. Diese Annahme widerspricht jedoch den Ergebnissen von Kriegl et al. (2005). Diese Autoren beschrieben, dass mehr als die Hälfte der Halter von Neuweltkameliden im deutschsprachigen Raum angegeben hatte, ihre Tiere gemeinsam mit anderen Tierarten, unter anderem Schafen, zu halten. Eine aktuellere Studie hat jedoch ergeben, dass in Österreich mehr als 80 % der Neuweltkameliden nicht mit anderen Tierarten vergesellschaftet werden (Riedl 2013). Des Weiteren könnten Neuweltkameliden empfänglich für eine Infektion mit *C. burnetii* sein, jedoch keine oder nur für einen beschränkten Zeitraum nach einer Infektion nachweisbare Antikörper gegen den Erreger aufweisen. In der durchgeführten Studie hatte ein Tier im Jahr 2019 *C. burnetii*-Antikörper und im Folgejahr 2020 wurde es negativ getestet. Von Rindern ist beispielsweise bekannt, dass Antikörper-Titer gegen *C. burnetii* im Blut um die Geburt stark, teilweise bis unter die Nachweisgrenze, abnehmen (Walraph et al. 2018). Auch Rinder, bei denen der Erreger *C. burnetii* nachgewiesen wurde, die aber zwischen dem Zeitpunkt des Erregernachweises und mehrere Wochen danach keine Antikörper aufwiesen, wurden beschrieben (Serrano-Pérez et al. 2015). Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass Rinder einige Monate nach einem *C. burnetii*-Antikörper-Nachweis Antikörper-negative Ergebnisse aufwiesen (Böttcher et al. 2011). Werden einzelne Studien verglichen, ist grundsätzlich darauf zu achten, welche serologischen Tests zur Anwendung kamen. In der durchgeführten Studie wurde ein *C. burnetii*-ELISA verwendet, der mit Phase 1 (chronische Infektion) und mit Phase 2 Antigen (akute Infektion) beschichtet war. Es gibt aber auch Tests, die das Antigen von nur einer Phase verwenden, was zu unterschiedlichen Sensitivitäten und Spezifitäten der Tests führen kann (Böttcher et al. 2011).

In Bezug auf den *C. abortus*-Antikörper-Nachweis verhält es sich mit einer fraglichen Probe ähnlich wie bei *C. burnetii*. Die Ursache dafür lässt sich nur schwer ableiten, da kaum Studien zum *C. abortus*-Antikörper-Nachweis vorliegen. Einige wenige Studien wurden zum *C. abortus*-Antikörper-Nachweis bei Hauswiederkäuern veröffentlicht, die sich jedoch auf die Erhebung der Prävalenz und nicht auf die Antikörperbildung während und nach einer Infektion beziehen. Bei diesen Studien ist wiederum zu berücksichtigen, welches Testsystem zum Antikörper-Nachweis zur Anwendung kam. In einigen Studien wird kein spezifisches Antigen verwendet, weshalb aufgrund von Kreuzreaktionen auch Antikörper gegen andere *Chlamydia* Spezies wie beispielsweise *Chlamydia pecorum* detektiert werden (Vidal et al. 2017; Softic et al. 2018). In der durchgeführten Studie wurde ein ELISA mit für *C. abortus* spezifischem Antigen (MOMP) verwendet, weshalb davon auszugehen ist, dass spezifisch *C. abortus*-Antikörper detektiert wurden. In einer Studie von Livingstone et al. (2005) wurde jedoch eine geringere Sensitivität bei der Verwendung von einem MOMP- im Vergleich zu einem POMP (polymorphic outer-membrane protein)-Antigen bei mit *C. abortus* infizierten Schafen gezeigt, was dafürsprechen könnte, dass *C. abortus*-Antikörper-positive Neuweltkameliden möglicherweise nicht erkannt wurden.

Mit 39 % positiven Proben konnten *T. gondii*-Antikörper vergleichsweise am häufigsten nachgewiesen werden. In einer Studie aus der Schweiz waren 83 % der getesteten Neuweltkameliden bei der Verwendung desselben serologischen Tests (ID Screen® Toxoplasmosis Indirect Multispecies) *T. gondii*-Antikörper-positiv (Basso et al. 2020). In dieser Studie wurde jedoch der Grenzwert für ein positives Ergebnis angepasst und auf 36,2 % reduziert, ein Grenzwert für fragliche Ergebnisse war nicht vorhanden. Bei der Anwendung eines Grenzwertes von 36,2 % würde der Anteil an positiven Proben in der durchgeführten Studie auf 42 % steigen. Dennoch scheint das Vorkommen von *T. gondii*-Antikörpern bei Neuweltkameliden in der Schweiz deutlich höher zu sein. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in beiden Studien keine für das jeweilige Land repräsentative Stichprobe genommen wurde.

Überträger des Erregers auf Neuweltkameliden könnten Katzen sein. Diese scheiden *T. gondii*-Oozysten über den Kot aus, und Neuweltkameliden wiederum können den Erreger über die kontaminierte Umwelt (Futter, Wasser etc.) aufnehmen. Basso et al. (2020) beschrieben ein vermindertes Risiko für eine *T. gondii*-Infektion bei Neuweltkameliden, wenn in den vergangenen zwei Jahren keine Katzen am Betrieb waren. Nach unserem aktuellen Wissensstand liegen keine Studien dazu vor, wie viele Neuweltkameliden-Halter in ihren Betrieben in Österreich auch Katzen halten. Schares et al. (2008) konnten bei nur 0,11 % der getesteten Katzen aus Deutschland, Österreich,

Frankreich und der Schweiz eine Ausscheidung von *T. gondii* im Kot nachweisen. Eine weitere Möglichkeit der Übertragung und Weiterverbreitung des Erregers zwischen Neuweltkameliden oder von anderen gemeinsam gehaltenen Hauswiederkäuern ist der Kontakt mit Abortmaterial von infizierten Tieren. Bei Hauswiederkäuern ist bekannt, dass *T. gondii* über Abortmaterial ausgeschieden wird (Nayeri et al. 2021). Die 18 Neuweltkameliden, die zuerst *T. gondii*-Antikörper-negativ getestet wurden und in einer darauffolgenden Untersuchung positiv waren, bestätigen, dass der Erreger in der Neuweltkameliden Population zirkuliert und es zu Neuinfektionen kommt.

Antikörper gegen die Leptospiren-Serovare Australis, Grippotyphosa und Copenhageni wurden am häufigsten unter den Leptospiren-Antikörper-positiv getesteten Neuweltkameliden nachgewiesen. Diese Serovare wurden bereits bei anderen Säugetieren wie Rindern, Schafen, Ziegen und Schweinen bestätigt (Adler 2015). Aktuelle Studien zum Vorkommen von Leptospiren bei Haustieren in Österreich liegen nicht vor. Eine Studie zum serologischen Nachweis zeigt jedoch die Verbreitung bei Jägern und Schwarzwild in Südostösterreich (Deutz et al. 2002). Nager (Mäuse und Ratten) können Träger von Leptospiren sein und ihre Umgebung mit dem Erreger durch die Ausscheidung über den Urin kontaminieren. Dies könnte eine mögliche Infektionsquelle für Neuweltkameliden darstellen, aber auch Abortmaterial, wie bereits für *T. gondii* beschrieben, könnte als Infektionsquelle dienen. Unter den mehrfach beprobten Tieren gab es welche, die zu einem späteren Zeitpunkt Leptospiren-Antikörper aufwiesen, was auf eine Neuinfektion hindeutet. Im Vergleich dazu gab es Tiere, deren positiver Leptospiren-Antikörper-Titer zu einem späteren Zeitpunkt abnahm oder bei denen das Ergebnis sogar negativ war. Studien mit anderen Tierarten geben Hinweise auf eine kurze Beständigkeit der nachweisbaren Antikörper im Serum nach einer Leptospiren-Infektion (Morikawa et al. 2015). Ein Anteil von 19 % der getesteten Proben zeigte ein nicht auswertbares Ergebnis. Bestandteile des Neuweltkameliden-Serums könnten dafür verantwortlich sein, dass eine Darstellung der Agglutination nicht eindeutig möglich war. Dazu könnten beispielsweise Substanzen zählen, die zu einer Trübung führen, oder Leptospiren in ihrer Bewegung beeinträchtigen oder sogar abtöten wie beispielsweise Antibiotika nach einer Therapie. Die konkreten Ursachen sind jedoch nicht bekannt, weshalb weitere Studien erforderlich sind.

In der durchgeführten Studie wurden als diagnostische Tests zum Antikörper-Nachweis ELISAs und ein MAT angewendet, wobei die Durchführung und die Interpretation der Ergebnismerte für die ELISAs auf den Herstellerangaben und für den MAT auf der wissenschaftlichen Literatur basierten. Möglicherweise können die Testeigenschaften (Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer Vorhersagewert) weiter optimiert

werden, indem die Grenzwerte für die Ergebnisinterpretation basierend auf Referenzseren, anderen diagnostischen Testsystemen (beispielsweise Goldstandard Tests) und der Berücksichtigung der Prävalenz der Erreger angepasst werden. Dafür sind weitere Studien erforderlich, wie sie bereits von Basso et al. (2020) für den ID Screen® Toxoplasmosis Indirect Multispecies ELISA durchgeführt wurden.

Aborte sind eine Folge von Reproduktionsstörungen bei Neuweltkameliden. Regionen weltweit, aber auch einzelne Betriebe haben in einem verschiedenen Ausmaß Probleme mit nicht infektiösen, aber auch infektiösen Abortursachen, wie Infektionen mit *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp., bei Neuweltkameliden (Tibary et al. 2006; Wolfthaler et al. 2020). Es ist zu betonen, dass es bisher nur wenige Daten und Studien gibt, die sich mit dem Vorkommen von infektiösen Abortursachen bei Neuweltkameliden auseinandersetzen. Darüber hinaus ist über die Ausprägung von klinischen Erkrankungen, die Übertragung und Weiterverbreitung und das daraus resultierende Gefährdungspotential (Zoonosen) für den Menschen durch *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira*

spp. bei Neuweltkameliden wenig bekannt. Zahlreiche Studien werden in Zukunft erforderlich sein, um die umfangreichen offenen Fragestellungen zu Abortursachen bei Neuweltkameliden auf einer wissenschaftlich fundierten Ebene aufzuklären.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass schlussfolgernd aus der durchgeführten Studie der Hinweis auf das Vorkommen von zoonotischen Infektionserregern insbesondere von *T. gondii* und Leptospiren bei Neuweltkameliden in Österreich besteht. Sowohl im Sinne der Tiergesundheit als auch zum Schutz der Menschen vor zoonotischen Infektionen sollten die untersuchten Erreger *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. als Differentialdiagnose insbesondere bei Aborten von Neuweltkameliden in Betracht gezogen und mit einer entsprechenden Diagnostik, Therapie und Prophylaxe abgeklärt bzw. behandelt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Österreichischen Buiatrischen Gesellschaft (ÖBG) für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung der Studie.

Fazit für die Praxis

C. burnetii-, *C. abortus*-, *T. gondii*- und *Leptospira* spp.-Antikörper kommen bei Neuweltkameliden in Österreich vor, was auf einen Kontakt der Tiere mit den Erregern hinweist. Diagnostische Möglichkeiten stehen für Neuweltkameliden zur Verfügung, um differentialdiagnostisch in Betracht gezogene Infektionen mit *C. burnetii*, *C. abortus*, *T. gondii* und *Leptospira* spp. nachzuweisen. Es ist im Umgang mit Infektionen durch die genannten Erreger zu berücksichtigen, dass diese zoonotisches Potential haben und eine Gefährdung der Gesundheit von Menschen verhindert werden muss.

Literatur

- Adler B, editor. *Leptospira* and Leptospirosis. Berlin, Heidelberg: Springer; 2015.
- Basso W, Sollberger E, Schares G, Küker S, Ardüser F, Moore-Jones G, Zanolari P, et al. *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* infections in South American camelids in Switzerland and assessment of serological tests for diagnosis. *Parasit Vectors*. 2020;13(1):256. DOI:10.1186/s13071-020-04128-9
- Bauerstatter S, Lambacher B, Stanitznig A, Franz S, Wittek T. Neuweltkamele in Österreich – Untersuchungen zur Population, Haltung, Herdenmanagement und Gesundheitsprophylaxe. *Wien Tierärztl Monat - Vet Med Austria*. 2018;105:191–199.
- Blaga R, Aubert D, Thébault A, Perret C, Geers R, Thomas M, et al. *Toxoplasma gondii* in beef consumed in France: regional variation in seroprevalence and parasite isolation. *Parasite*. 2019;26:77. DOI:10.1051/parasite/2019076
- Blumer S, Moestl K, Krametter-Froetscher R, Hässig M, Pospischil A, Borel N. Untersuchung der Serokonversion auf *Chlamydia abortus* von Schafen aus der Region Vorarlberg vor und nach der Alpung. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 2012;154(1):13–17. DOI:10.1024/0036-7281/a000287
- BMASGK - Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz und AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. Veterinärjahresbericht 2018. Wien: BMASGK und AGES; 2019.
- Böttcher J, Vossen A, Janowetz B, Alex M, Gangl A, Randt A, et al. Insights into the dynamics of endemic *Coxiella burnetii* infection in cattle by application of phase-specific ELISAs in an infected dairy herd. *Vet Microbiol*. 2011;151(3-4):291–300. DOI:10.1016/j.vetmic.2011.03.007
- Deutz A, Fuchs K, Schuller W, Müller M, Kerbl U, Klement C. Untersuchung von Jägern und Schwarzwild auf die Seroprävalenz von Antikörpern gegenüber *Leptospira interrogans* in Südostösterreich. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*. 2002;48(1):60–65. DOI:10.1007/BF02285358
- Dubey JP, Johnson JE, Hanson MA, Pierce V. Toxoplasmosis-associated abortion in an alpaca (*Vicugna pacos*) fetus. *J Zoo Wildl Med*. 2014;45(2):461–464. DOI:10.1638/2014-0006R.1
- Givens MD, Marley MSD. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology*. 2008;70(3):270–285. DOI:10.1016/j.theriogenology.2008.04.018
- Goris MGA, Hartskeerl RA. Leptospirosis serodiagnosis by the microscopic agglutination test. *Curr Protoc Microbiol*. 2014;32:Unit 12E.5. DOI:10.1002/9780471729259.mc12e05s32

- Halsby K, Twomey DF, Featherstone C, Foster A, Walsh A, Hewitt K, et al. Zoonotic diseases in South American camelids in England and Wales. *Epidemiol Infect.* 2017;145(5):1037–1043. DOI:10.1017/S0950268816003101
- Jiménez-Martín D, García-Bocanegra I, Almería S, Castro-Scholten S, Dubey JP, Amaro-López MA, et al. Epidemiological surveillance of *Toxoplasma gondii* in small ruminants in southern Spain. *Prev Vet Med.* 2020;183:105137. DOI:10.1016/j.prevetmed.2020.105137
- Kriegel C, Klein D, Kofler J, Fuchs K, Baumgartner W. Haltungs- und Gesundheitsaspekte bei Neuweltkameliden. *Wien Tierarztl Monat - Vet Med Austria.* 2005;92:119–125.
- Livingstone M, Entrican G, Wattedegera S, Buxton D, McKendrick IJ, Longbottom D. Antibody responses to recombinant protein fragments of the major outer membrane protein and polymorphic outer membrane protein POMP90 in *Chlamydia abortus*-infected pregnant sheep. *Clin Diagn Lab Immunol.* 2005;12(6):770–777. DOI:10.1128/CDLI.12.6.770-777.2005
- Maspi N, Nayeri T, Moosazadeh M, Sarvi S, Sharif M, Daryani A. Global seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Camelidae: A systematic review and meta-analysis. *Acta Parasitol.* 2021;66(3):733–744. DOI:10.1007/s11686-020-00333-9
- Morikawa VM, Bier D, Pellizzaro M, Ullmann LS, Paploski IAD, Kikuti M, et al. Seroprevalence and seroincidence of *Leptospira* infection in dogs during a one-year period in an endemic urban area in Southern Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2015;48(1):50–55. DOI:10.1590/0037-8682-0213-2014
- Nayeri T, Sarvi S, Moosazadeh M, Daryani A. Global prevalence of *Toxoplasma gondii* infection in the aborted fetuses and ruminants that had an abortion: A systematic review and meta-analysis. *Vet Parasitol.* 2021;290:109370. DOI:10.1016/j.vetpar.2021.109370
- Riedl K. Zur Haltung von Neuweltkameliden in Österreich [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien; 2013.
- Rüfli I, Gurtner C, Basso WU, Vidondo B, Hirsbrunner G, Zanolari P. Causes of Abortions in South American Camelids in Switzerland - Cases and Questionnaire. *Animals (Basel)* 2021. DOI:10.3390/ani11071956
- Schares G, Vrhovec MG, Pantchev N, Herrmann DC, Conraths FJ. Occurrence of *Toxoplasma gondii* and *Hammondia hammondi* oocysts in the faeces of cats from Germany and other European countries. *Vet Parasitol.* 2008;152(1-2):34–45. DOI:10.1016/j.vetpar.2007.12.004
- Serrano-Pérez B, Almería S, Tutusaus J, Jado I, Anda P, Monleón E, et al. *Coxiella burnetii* total immunoglobulin G, phase I and phase II immunoglobulin G antibodies, and bacterial shedding in young dams in persistently infected dairy herds. *J Vet Diagn Invest.* 2015;27(2):167–176. DOI:10.1177/1040638715571993
- Sodoma E, Mitterhuemer S, Krassnig G, Stellnberger K, Reisp K, Schmoll F, et al. Infektiös bedingte Aborte beim Rind – eigene Erfahrungen und Untersuchungen aus dem Jahr 2018 (Januar–September). *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere.* 2019;47(3):143–150. DOI:10.1055/a-0896-0945
- Softic A, Asmare K, Granquist EG, Godfroid J, Fejzic N, Skjerve E. The serostatus of *Brucella* spp., *Chlamydia abortus*, *Coxiella burnetii* and *Neospora caninum* in cattle in three cantons in Bosnia and Herzegovina. *BMC Vet Res.* 2018;14(1):40. DOI:10.1186/s12917-018-1361-z
- Sroka J, Karamon J, Wójcik-Fatla A, Piotrowska W, Dutkiewicz J, Bilska-Zajac E, et al. *Toxoplasma gondii* infection in slaughtered pigs and cattle in Poland: seroprevalence, molecular detection and characterization of parasites in meat. *Parasit Vectors.* 2020;13(1):223. DOI:10.1186/s13071-020-04106-1
- Steinparzer R. Coxiellose: Infektionskrankheit mit zoonotischem Potential. 2020 [cited 2022 Feb 15]. Available from: <https://www.tieraerzteverlag.at/vetjournal/coxiellose>
- Szymańska-Czerwińska M, Jodelko A, Niemczuk K. Occurrence of *Coxiella burnetii* in Polish dairy cattle herds based on serological and PCR tests. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2019;67:101377. DOI:10.1016/j.cimid.2019.101377
- Tibary A, Fite C, Anouassi A, Sghiri A. Infectious causes of reproductive loss in camelids. *Theriogenology.* 2006;66(3):633–647. DOI:10.1016/j.theriogenology.2006.04.008
- Tomauiolo S, Boarbi S, Fancello T, Michel P, Desqueper D, Grégoire F, et al. Phylogeography of Human and Animal *Coxiella burnetii* Strains: Genetic Fingerprinting of Q Fever in Belgium. *Front Cell Infect Microbiol.* 2020;10:625576. DOI:10.3389/fcimb.2020.625576
- Vidal S, Kegler K, Greub G, Aeby S, Borel N, Dagleish MP, et al. Neglected zoonotic agents in cattle abortion: tackling the difficult to grow bacteria. *BMC Vet Res.* 2017;13(1):373. DOI:10.1186/s12917-017-1294-y
- Wagner P, Deutz A, Fuchs K, Muller M, Schuller W, Köfer J. Seroepidemiological Study on the Spread of *Chlamydia Psittaci* and *Coxiella burnetii* in Styrian Sheep and Goat Farms. *Wien Tierarztl Monat - Vet Med Austria.* 2005;92(5-6):114–118.
- Walraph J, Zoche-Golob V, Weber J, Freick M. Decline of antibody response in indirect ELISA tests during the periparturient period caused diagnostic gaps in *Coxiella burnetii* and BVDV serology in pluriparous cows within a Holstein dairy herd. *Res Vet Sci.* 2018;118:91–96. DOI:10.1016/j.rvsc.2018.01.018
- Wolfthaler J, Franz S, Dadak A, Steiner K, Drillich M. Umfrage unter Neuweltkameliden-Züchtern zum Zucht- und Fortpflanzungsmanagement. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere.* 2020;48(6):386–397. DOI:10.1055/a-1287-3282
- World Organisation for Animal Health. 3.1.12. Leptospirosis. 2021 [cited 2022 Feb 15]. Available from: https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.01.12_LEPTO.pdf
- Zanolari P, Gauly M, Cebra C. Embryonaler Fruchttod, Aborte und Totgeburten. In: Gauly M, Vaughan J, Cebra C, editors. *Neuweltkameliden: Haltung, Zucht, Erkrankungen.* 4th ed. Stuttgart: Thieme; 2018. p. 182–183.

Please cite as:

Steinparzer R, Knjzek M, Zimpernik I, Schmoll F. Serologischer Nachweis von *Coxiella burnetii*-, *Chlamydia abortus*-, *Toxoplasma gondii*- und *Leptospira* spp.-Antikörpern bei Neuweltkameliden. *Wien Tierarztl Monat – Vet Med Austria.* 2022;109:Doc6. DOI:10.5680/wtrm000006

Copyright ©2022 Steinparzer et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>